

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Институт информационных технологий и анализа данных
(121)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова
Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ ANYLOGIC»

Научная специальность: 2.5.15 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Бахвалов Сергей
Владимирович
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
: Говорков Алексей Сергеевич
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Имитационное моделирование в среде AnyLogic» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры

| Код, наименование результата освоения программы | Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля) |
|--|--|
| Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности | (‘Р-1.5 Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач’,) Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач |

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

| Код наименования результата освоения дисциплины (модуля) | Результат обучения |
|---|--|
| Р-1.5 - Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач | Знать системный анализ логистических процессов, метод и технология имитационного моделирования; процессный (дискретный) способ имитации, наиболее существенные приложения процессного имитационного моделирования в логистическом инжиниринге и управлении транспортировкой. Уметь реализацию имитационных моделей с использованием системы моделирования Anylogic, включая транспортную библиотеку; анализ моделируемых логистических процессов и объектов; проведение имитационного эксперимента, статистический анализ и интерпретация результатов имитационного эксперимента Владеть структуризацией и описанием логистических объектов и процессов в исследуемой системе; применение методов и инструментов имитационного моделирования для решения прикладных задач логистики и управления на транспорте; |

| | |
|--|--|
| | принятие управленческих решений на основе результатов имитационного исследования |
|--|--|

2 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

| Вид учебной работы | Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) | |
|---|---|-------------|
| | Всего | Семестр № 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 24 | 24 |
| лекции | 12 | 12 |
| лабораторные работы | 0 | 0 |
| практические/семинарские занятия | 12 | 12 |
| Контактная работа, в том числе | 0 | 0 |
| в форме работы в электронной информационной образовательной среде | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование) | 84 | 84 |
| Трудоемкость промежуточной аттестации | 0 | 0 |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | Зачет | Зачет |

3 Структура и содержание дисциплины

3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

| № п/п | Наименование раздела и темы дисциплины | Виды контактной работы | | | | | | СРС | | Форма текущего контроля |
|-------|--|------------------------|-----------|----|-----------|---------|-----------|-----|-----------|-------------------------|
| | | Лекции | | ЛР | | ПЗ(СЕМ) | | № | Кол. Час. | |
| | | № | Кол. Час. | № | Кол. Час. | № | Кол. Час. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Краткий экскурс в системный анализ. Логистическая сеть, как объект моделирования. Системное моделирование логистических процессов в цепях поставок | 1 | 2 | | | | | 3 | 4 | Отчет |
| 2 | Метод имитационного моделирования. | 2 | 2 | | | | | | | Отчет |
| 3 | Процессно-ориентированные | 4 | 2 | | | | | | | Оценка знаний по |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|--|--|---------|----|---------|----|---------------------------------------|
| | дискретные имитационные модели | | | | | | | | | соответствующей теме |
| 4 | Технология имитационного моделирования: основы практического подхода | 5 | 2 | | | | | 5 | 10 | Оценка знаний по соответствующей теме |
| 5 | Инструменты имитационного моделирования. Освоение инструментальных возможностей современных систем моделирования. | 3 | 4 | | | 1, 2, 3 | 12 | 1, 2, 4 | 70 | Отчет |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | | | | Зачет |
| | Всего | | 12 | | | | 12 | | 84 | |

3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

| № | Тема | Краткое содержание |
|---|--|--|
| 1 | Краткий экскурс в системный анализ. Логистическая сеть, как объект моделирования. Системное моделирование логистических процессов в цепях поставок | Свойства сложных систем. Логистическая сеть как объект моделирования и проектирования. Структурная и динамическая сложность логистических сетей. Объектный и процессный подход к декомпозиции логистических систем. Другие методы декомпозиции сетей поставок. Состояние и движение материальных потоков в цепи поставок. Время – как существенный фактор в исследовании логистических процессов в цепях поставок и анализе цикла исполнения заказов. Стохастические факторы и факторы неопределенности и рисков в исследовании логистических сетей. Интегральные принципы логистики и сложность принятия решений в логистике: многокритериальность, большое количество сценариев, необходимость согласования локальных управленческих решений. Общая классификация методов исследования и моделирования логистических систем и процессов. Отличительные особенности моделей различных классов. Понятие компьютерного моделирования. |
| 2 | Метод имитационного моделирования. | Метод имитационного моделирования и его особенности. Имитационная модель: представление структуры и динамики моделируемой системы. Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени. Дискретные и непрерывные |

| | | |
|---|--|---|
| | | имитационные модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели, основные задачи экспериментального исследования. Имитационная модель логистической системы: базовые подходы к структуризации и описанию. Возможности и область применения имитационного моделирования в логистике. Специфика управленческого консультирования, логистического аудита и инжиниринга с применением имитационного моделирования. |
| 3 | Процессно-ориентированные дискретные имитационные модели | Содержание базовой концепции структуризации дискретно-событийного имитационного моделирования (DES). Системы массового обслуживания (СМО). Пример простейшей имитационной модели (тренинг). Потоки в моделях СМО. Описание параллельных и асинхронных процессов. Случайные события. Алгоритмы и логические конструкции. Ресурс: статический и динамический объект. Понятие транспортной сети в конструкциях имитационной модели. Стохастические переменные в процессных моделях. Состав выходной статистики для типовой СМО. Анализ узких мест и производительности. Интегральные показатели эффективности функционирования СМО. Другие парадигмы имитационного моделирования: агентное моделирование – краткий экскурс и сравнение, применительно к решению задач в логистике и управления транспортировкой. |
| 4 | Технология имитационного моделирования: основы практического подхода | Общая технологическая схема разработки и исследования имитационной модели: Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели объекта исследования: содержание деятельности системного аналитика. Вопросы детализации процессов транспортировки в имитационных моделях логистических систем. Сбор и анализ исходных данных об объекте моделирования. Программирование имитационной модели. Оценка адекватности, верификация имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Сбор и анализ результатов моделирования, и принятие решений. |
| 5 | Инструменты имитационного моделирования. Освоение | Технологические и инструментальные возможности современных систем имитационного моделирования. Предметно-ориентированные системы моделирования цепей |

| | | |
|--|---|---|
| | инструментальных возможностей современных систем моделирования. | поставок. Работа в профессиональной среде моделирования AnyLogic (тренинг). |
|--|---|---|

3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

3.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

| № | Темы практических (семинарских) занятий | Кол-во академических часов |
|---|--|----------------------------|
| 1 | Принципы разработки процессных имитационных моделей в Anylogic. | 4 |
| 2 | - Моделирование системы обслуживания с помощью процессной библиотеки Anylogic. | 4 |
| 3 | Имитационный эксперимент | 4 |

3.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

| № | Вид СРС | Кол-во академических часов |
|---|--|----------------------------|
| 1 | Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме | 34 |
| 2 | Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам | 12 |
| 3 | Подготовка к зачёту | 4 |
| 4 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 24 |
| 5 | Проработка разделов теоретического материала | 10 |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивная (проблемная) лекция, дискуссия

4 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

4.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

4.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Лычкина Н.Н., Корепин В.Н., Морозова Ю.А., Фель А.В. Информационные системы управления производственной компанией. Учебник и практикум. – М.: Издательство ЮРАЙТ. – 2016. – 241 с.

4.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Лычкина Н.Н., Корепин В.Н., Морозова Ю.А., Фель А.В. Информационные системы управления производственной компанией. Учебник и практикум. – М.: Издательство ЮРАЙТ. – 2016. – 241 с.

5 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

5.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

5.1.1 семестр 3 | Отчет

Описание процедуры.

Предлагаемые вопросы охватывают пройденный материал программы в семестре. Предлагаются не более трех вопросов (количество вопросов зависит от сдачи отчета: если отчет сдан – один вопрос, если отчет не сдан обучаемый не допускается до сдачи зачета). Преподаватель может задавать уточняющие и дополнительные вопросы по существу рассматриваемой темы.

Критерии оценивания.

Основные критерии оценки знаний:

- Понимание принципов функционирования и базовых логистических процессов в цепях поставок,
- Корректная формулировка задач и целей модельного исследования и управления цепями поставок,
- Понимание основных подходов и техник имитационного моделирования и системное применение их в исследовании и экономическом анализе логистических процессов и эффективности функционирования цепей поставок.

5.1.2 семестр 3 | Оценка знаний по соответствующей теме

Описание процедуры.

Опрос по теме с привязкой к тематике исследовательской работы аспиранта

Критерии оценивания.

Продемонстрированы навыки самостоятельной работы с информационными источниками по конкретной тематике, навыки работы с программными средствами моделирования: понимание сути имитационного моделирования, умение применять системы моделирования в исследовательской деятельности.

5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации

| Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля) | Критерии оценивания | Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации |
|--|---------------------|---|
| P-1.5 | Обладает | Основные критерии оценки знаний: зачет |

| | | |
|---|---|--|
| <p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Понимание принципов функционирования и базовых логистических процессов в цепях поставок, • Корректная формулировка задач и целей модельного исследования и управления цепями поставок, • Понимание основных подходов и техник имитационного моделирования и системное применение их в исследовании и экономическом анализе логистических процессов и эффективности функционирования цепей поставок. | |
|---|---|--|

5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

5.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

5.2.2.1.1 Описание процедуры

Предлагаемые вопросы охватывают пройденный материал программы в семестре. Обучаемому предлагаются не более трех вопросов (количество вопросов зависит от сдачи отчета: если отчет сдан – один вопрос, если отчет не сдан обучаемый не допускается до сдачи зачета).

Преподаватель может задавать уточняющие и дополнительные вопросы по существу рассматриваемой темы.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

- Метод имитационного моделирования, его сущность и применение в логистике.

Сопоставление с другими видами моделирования.

- Дискретно-событийное (процессное) имитационное моделирование, базовая парадигма, преимущества и области применения в задачах управления и логистики.

- Технологические этапы создания и использования имитационных моделей. От постановки проблемы – к принятию управленческих решений.

- Основные цели и задачи имитационного исследования. Построение концептуальных моделей логистических и транспортных систем.

- Инструменты моделирования, назначение и характеристики, выбор инструмента моделирования в зависимости от решаемой задачи управления.

- Построение дискретных (процессных) имитационных моделей, применяемые методы структуризации логистических систем. Библиотека процессного моделирования Anylogic - Enterprise Library.

- Испытание и исследование свойств имитационной модели: верификация и валидация имитационных моделей. Формирование системы показателей эффективности функционирования логистических систем и процессов.

- Имитационный эксперимент: основные цели и типы вычислительных экспериментов в имитационном исследовании. Экономический анализ логистических систем с применением имитационного моделирования.

- Концептуальные основы имитационного моделирования логистических процессов в цепях поставок.

- Основные задачи и возможности имитационного моделирования транспортных сетей и потоков.

5.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Зачтено | Не зачтено |
|--|--|
| Продемонстрированы навыки самостоятельной работы с информационными источниками по конкретной тематике, навыки работы с программными средствами ; понимание сути имитационного моделирования, умение применять системы имитационного моделирования в научной деятельности | наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы |

6 Основная учебная литература

1. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2012 (или более поздние издания). – 254 с
2. Лычкина Н.Н., Корепин В.Н., Морозова Ю.А., Фель А.В. Информационные системы управления производственной компанией. Учебник и практикум. – М.: Издательство ЮРАЙТ. – 2016. – 241 с.

7 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Swain J. Simulation Software Survey. //OR/MS Today, 2015.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5., - БХВ, Санкт-Петербург, 2006.- 400с.

8 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

9 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

10 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Anylogic Professional

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. мультимед.проектор Toshiba S800*600 200 LM

2. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1